CURSO DE HORTICULTURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Margarita García de Souza

MANEJO DE SUELOS EN HORTICULTURA: USO DE ABONOS ORGÁNICOS

1. **Suelo como sistema natural abierto dentro de un enfoque de desarrollo sustentable**

   - Factores de formación de suelo y sucesión vegetal
   - Concepto de fertilidad de suelo

2. **Contenido de materia orgánica de los suelos del Uruguay**

   - Causas del deterioro del suelo
   - Síntomas de deterioro del suelo
   - Metabolismo basal

3. **Materia orgánica**

   - Importancia de la biología dentro del suelo
   - Propiedades Físicas
   - Propiedades Químicas

4. **Recuperación de la materia orgánica del suelo**

   - Abonos verdes
   - Estiércoles
   - Compost
   - Rotaciones
   - Manejo de suelo

5. **Trabajos de recuperación de la fertilidad de suelos**

   - Rotaciones en la Estanzuela (INIA)
   - Silva et al. 1990
   - Tesis Campelo, Benzano y Pla 1981
   - Docampo y Quintana, INIA Las Brujas 1994
   - Tesis García de Souza 1993
   - Tesis Malán y Reyes 1997
   - Tesis Barrera y Sganga 1997
   - Ensayo de rotaciones hortícolas (Prenader/Fac. Agronomía)
   - Tesis Aguirre, Fructos, 1998

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

CURSO DE HORTICULTURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Margarita García de Souza

MANEJO DE SUELOS EN HORTICULTURA:

USO DE ABONOS ORGÁNICOS

1. Suelo como sistema natural abierto dentro de un enfoque de desarrollo sustentable

SUELO COMO SISTEMA

El suelo es un recurso natural no renovable, por tanto su uso y manejo se integra en una perspectiva de largo plazo dentro de un enfoque de desarrollo sustentable, dentro de una agricultura sustentable. Para lograr la **sustentabilidad** en el largo plazo hablamos de un triángulo con tres vértices, tres objetivos: a) productivos, económicamente rentables; b) sociales, buscando la equidad en el desarrollo; c) ambientales, ecológicos, un desarrollo concebido con un manejo sustentable de los recursos naturales en el largo plazo.

El **suelo** se concibe como un **sistema natural abierto**, integrado por diversos componentes (material mineral, materia orgánica, raíces, biología, agua, gases) en íntima interrelación recíproca, todos entre todos, y siempre en estado dinámico. Sigue las leyes de comportamiento de todo sistema natural abierto (Bertalanfy, 1950, citado por De León, 1996).

Como características destacables de los sistemas naturales se señalan los procesos de **DIFERENCIACION PROGRESIVA** Y **COMPLEJIZACIÓN CRECIENTE**, buscando la **ESTABILIDAD** en el equilibrio entre sus componentes y generando mecanismos propios de autoregulación y autocontrol como forma de acomodarse frente a alteraciones externas.

El suelo es un sistema que tiende al climax de vegetación según ambiente. Los factores de formación de suelo regulan la entrada y salida de materia y energía y su organización dentro del sistema.

Suelo = f (clima, biología, litología, relieve-drenaje, tiempo)

clima: temperatura, lluvia, incorporan energía al sistema
biología: estabiliza la energía, incorpora materia
litología: regula las propiedades químicas y físicas
relieve y drenaje: regula la cantidad de energía que queda en un lugar

El concepto de **SUCESION VEGETAL** se ajusta a esta concepción, en el entendido de que un suelo cada vez más complejo y enriquecido es capaz de promover el crecimiento de distintas especies vegetales cada vez más complejas y diversificadas, de acuerdo al ambiente (vegetación climax) .

FERTILIDAD DEL SUELO

La fertilidad del suelo es la capacidad del suelo de mantener el suministro de nutrientes, la vida microbiana del suelo y la complejidad física estructural del suelo en el largo plazo.

Para hablar de conservar la fertilidad del suelo es preciso hablar de evitar pérdidas de suelo por erosión (protección), rotación y diversificación de cultivos, mantenimiento de la materia orgánica y una alta actividad biológica; y en el manejo de los cultivos: protección del suelo.

2. Contenido de materia orgánica de los suelos del Uruguay

En el cuadro siguiente (Silva, 1995) se muestran los contenidos de materia orgánica en los suelos del Uruguay.

TEXTURA	CONDICIONES DEL MEDIO	GRAN GRUPO	RANGO	PROMEDIO
FINA Y MEDIA	Bien y moderada mente drenados	VERTISOLES	3,3-10,5	6,44
		BRUNOSOLES	3,1-8,2	5,14
		ARGISOLES	1,6-6,0	3,14
		PLANOSOLES		3,84
	Mal drenados	GLEYSOLES		8,41
		HISTOSOLES		29,48
GRUESA	Bien drenados	LUVISOLES	1,5-2,7	2,23
		ACRISOLES	0,8-2,9	1,65

La mayoría de los suelos en el estado actual presentan valores de materia orgánica por debajo de los rangos promedios señalados en el cuadro.

La pérdida de fertilidad del suelo está asociada a pérdidas de materia orgánica, por mayor tasa de mineralización, menor tasa de reposición, mayores pérdidas por erosión, en suelos de texturas medias a pesadas con lenta infiltración, pendientes medias y régimen de lluvias con tormentas de alta erosividad. La pérdida de materia orgánica está asociada a prácticas inadecuadas de manejo de suelos: excesivo laboreo, laboreo en momento no apto, arada a favor de la pendiente, suelo descubierto la mayor parte del año, monocultivo, utilización de maquinaria no adecuada, uso irracional de agroquímicos, etc.

La presión mecánica (laboreo) y la energía cinética de las gotas de lluvia producen explosión del grumo por compresión de aire en el microporo, provocando la desestructuración del suelo. La causa fundamental de este desorden es la pérdida de la

estabilidad estructural, parámetro físico directamente vinculado al **contenido de materia orgánica** del suelo.

Los síntomas de deterioro de la fertilidad son la compactación, encostramiento superficial, agua empozada, arrastre del horizonte superficial, erosión, residuos vegetales no descompuestos. Esto trae consecuencias directas en la planta: problemas en la germinación, desarrollo radicular dificultoso, deficiencia de oxígeno y por tanto débil crecimiento de la planta.

METABOLISMO BASAL DEL SUELO

El suelo laboreado sufre pérdidas de materia orgánica; pérdidas anuales de materia orgánica que van en promedio para nuestras condiciones del 1 al 4 %.

El otro tipo de pérdidas es la erosión: pérdida de la capa superficial del suelo. Tolerancia de pérdida de suelo en el sur: 5 a 7 toneladas/há y en el norte suelos más livianos: 9 toneladas/há.

El metabolismo basal es lo que consume o pierde el suelo por concepto del laboreo. Equivale a lo que es preciso agregar al suelo para compensar su pérdida.

1 há de suelo pesa 2.500 tt y con 3 % de materia orgánica, tiene 75 ton de materia orgánica.

1 há de suelo ocupa: 100 m x 100 m x 0,20 m = 2.000 m^3

D = 1,25 = M/V = M/2.000 m^3
M = V . D = 2.000 m^3 x 1,25 ton/m^3 = 2.500 ton suelo/há

Suponiendo: 3 % de materia orgánica
2.500 x 0,03 = 75 ton materia orgánica

a) mineralización anual de la materia orgánica: 2 % /año ===>75 x 0,02 = 1,5 ton de materia orgánica mineralizada
Materia orgánica tiene aproximadamente 5 % de N
1.500 x 0,05 = <u>75 kg N/há/año</u>

b) erosión: 7 tt/há/año de pérdida de suelo ====>7 x 0,03 = 210 kg materia orgánica perdida

<u>Coeficiente isohúmico</u>: cantidad de humus producido en relación a la materia orgánica incorporada
- estiércol bien descompuesto : 0,5
- estiércol con cama de paja : 0,2 - 0,4
- residuos vegetales leñosos ricos en N : 0,1 - 0,3
- residuos vegetales poco N : 0,08 - 0,1

3. Materia orgánica

IMPORTANCIA DE LA BIOLOGIA DENTRO DEL SUELO

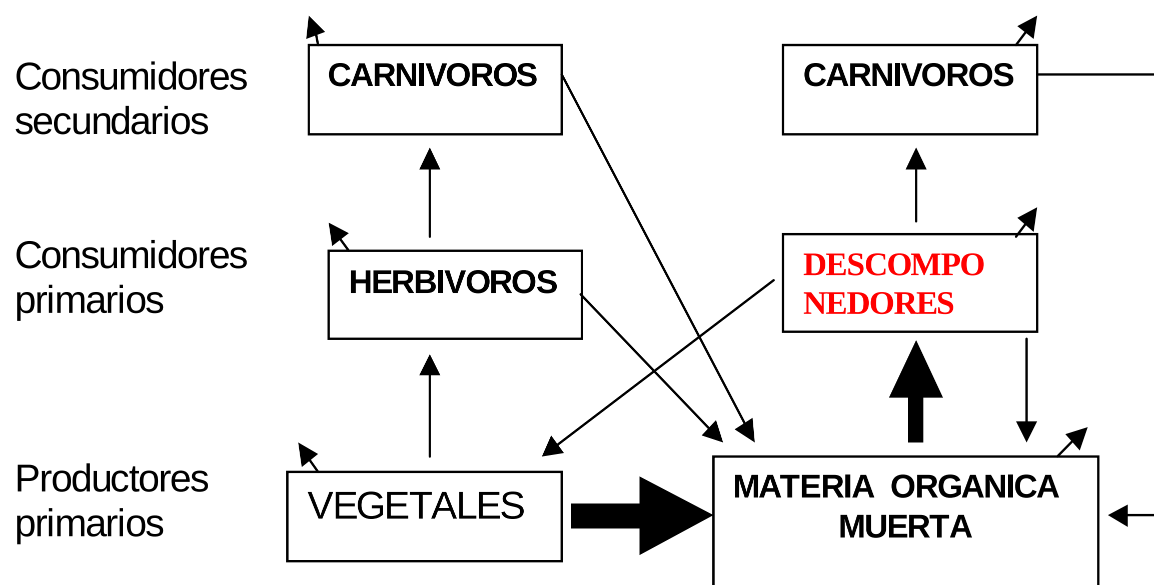
SUELO VIVO: en cada hectárea de suelo existen millones de organismos vivos: lombrices, escarabajos, ácaros, bacterias, hongos, actinomicetes.

Se caracterizan por su **abundancia** y **diversidad**.

Constituyen un **subsistema descomponedor**

MINERALIZACION <-------------------> INMOVILIZACION
M.O.M.

RECICLAJE EN LAS CADENAS TRÓFICAS



FAUNA DEL SUELO**:** nemátodes, ácaros, collémbolos, enquitreidos, moluscos, lombrices, vermes del suelo, miriápodos, larvas dípteros, hormigas, arañas,etc,

Funciones dentro del suelo:

a. fragmentación y pulverización: quiebre de la estructura orgánica, aumento de la superficie de ataque de hongos y bacterias, humectación de detritos, formación de pellets órgano-mineral.

b. descomponedores en simbiosis con microorganismos

c. control cuali y cuantitativo de poblaciones. Suelos con alta actividad biológica se convierten en “supresores” de enfermedades.

d. mejoradores de propiedades químicas, físicas y bioquímicas del suelo

MICROBIOLOGIA DEL SUELO**:** bacterias, hongos, actinomicetes, protozoarios, algas, etc

Funciones:

- Intervienen en innumerables procesos por su alta actividad metabólica: mineralización-inmovilización;oxidación-reducción;fijación-volatilización; precipitación-solubilización; fijación de CO_2 y N_2, etc.
- Producen sustancias promotoras del crecimiento, hormonas, antibióticos, vitaminas.
- Pueden descomponer materia orgánica a temperaturas elevadas
- Función importante en la predación, control biológico de poblaciones
- Agregación del suelo

Factores que limitan la densidad y la actividad de los microorganismos del suelo:

- baja disponibilidad de sustrato orgánico
- presencia de antagonistas, parásitos y predatores
- extremos de pH, temperatura, humedad
- uso indiscriminado de pesticidas de amplio espectro y de baja degradabilidad
- deposición de metales pesados y residuos tóxicos
- cultivo intensivo, monocultivo
- remoción de la capa superficial del suelo

PROPIEDADES FÍSICAS

Un suelo fértil contiene en forma ideal:

. 25 % aire
. 25 % agua
. 45 % material mineral
. 5 % materia orgánica

La materia orgánica a pesar de estar en menor proporción cumple funciones fundamentales para mantener su fertilidad en el largo plazo.

Las materia orgánica del suelo disminuye el riesgo de erosión porque aumenta la velocidad de infiltración del agua, la cantidad de agua almacenada y la **estabilidad estructural**, interviniendo directamente en la dinámica del aire y del agua dentro del suelo. Aumenta el rango de friabilidad en los suelos arcillosos. Hay una reducción del encostramiento superficial.

Existe un efecto muy marcado de la biología del suelo en los procesos de estabilización de la estructura (**BIOESTRUCTURA**, Primavesi, 1982).

De la descomposición de la celulosa vegetal se obtiene un producto “jalea bacteriana”, ácidos poliurónicos que “pegan” los agregados, formando los coloides arcillo-humus. La proliferación de hongos y actinomicetes producen agregados estables, mediante el crecimiento de sus hifas entre los agregados del suelo.

Por lo tanto para estabilizar la estructura es preciso incorporar restos vegetales pajizos en superficie (proceso aeróbico) y es indispensable proteger la superficie del suelo (cobertura muerta en estación seca; cobertura viva o cultivo protector en estación húmeda).

PROPIEDADES QUIMICAS

Un suelo que conserva su fertilidad química es capaz de suministrar lentamente y gradualmente todos los nutrientes (44 elementos) que precisan las plantas para crecer, garantizando la diversidad en el suministro de todos los nutrientes.

La capacidad básica de un suelo para aportar un determinado nutriente durante un período de varios años, depende de la existencia de una cuantiosa reserva de dicho nutriente en el suelo y de la rapidez con la que el material del que procede se convierte en formas asimilables por las plantas.

Esta reserva tiene dos procedencias:

a. los minerales orginariamente existentes en el suelo
b. los restos de aplicaciones de abonos orgánicos de origen animal y vegetal

La materia orgánica es un agente quelatante y complejante de los nutrientes, sólo liberados a través de procesos químicos y biológicos dentro del suelo.

Los nutrientes contenidos en la materia orgánica del suelo son liberados a través de procesos biológicos y microbiológicos: **mineralización primaria** (descomposición del material fresco) y **secundaria** (descomposición del material humificado), dejando los nutrientes asimilables para la planta. Estos procesos de descomposición están en íntima relación con los procesos opuestos de **inmovilización** (los elementos minerales se incorporan a los cuerpos microbianos) y **humificación** (las sustancias orgánicas por mecanismos de polimerización se agregan unas a otras, aumentando su peso específico). Los principales productos de la descomposición de la materia orgánica son carbonatos, sulfatos, fosfatos, nitratos y amonio.

La dinámica del equilibrio de nutrientes, su solubilización y disponibilidad forman un sistema autoregulado. Este sistema, condicionado por varios factores (luz, temperatura, humedad, roca madre, condiciones del suelo y tipo de material aportado) se traduce en la sucesión de flora y fauna que interactúan con el suelo. Así un manejo equivocado de la vegetación, desconsiderándola como parte del sistema, lleva a la degradación del propio suelo.

La materia orgánica tiene una gran superficie específica, lo que permite adsorber mayor cantidad de cationes, aumentando la capacidad de intercambio catiónico de los suelos (Ca^{++}, Mg^{++}, K^+,Na^+, Cu^{++},Mn^{++},Fe^{+++}, etc.).

La materia orgánica tiene capacidad buffer, capaz de amortiguar los cambios bruscos de pH.

1. NITROGENO: (STEVENSON, 1982; DUCHAUFFOUR, 1984; citados por Fernandez da Silva, 1992)

Un aspecto importante en el ciclo operativo del nitrógeno es el turnover biológico del N entre formas minerales y orgánicas a través de los procesos opuestos de mineralización e inmovilización. El último proceso lleva la incorporación del N en tejidos microbianos, que constituyen la fracción activa de la materia orgánica, en cuanto parte de este N recientemente inmovilizado es reciclado a través de la mineralización, parte es convertido para las formas estables del humus.

Tanto la mineralización como la inmovilización siempre ocurren en el suelo, pero en direcciones opuestas. Los cambios en los niveles de N mineral (NH_4 y NO_3) resulta de la diferencia de magnitud de los dos procesos. Un decrecimiento en los niveles de N mineral, indica inmovilización; un aumento indica mineralización líquida. El hecho de no registrar cambios en los niveles de N mineral, no significa que el ciclo interno no es operativo, pero sí que la inmovilización y la mineralización están ocurriendo en la misma tasa.

Del punto de vista nutricional, la materia orgánica del suelo es considerada como la principal fuente de N. Para que el N orgánico pueda ser utilizado por las plantas, la materia orgánica nativa o residuos de animales y vegetales recién incorporados deben pasar por el proceso de mineralización.

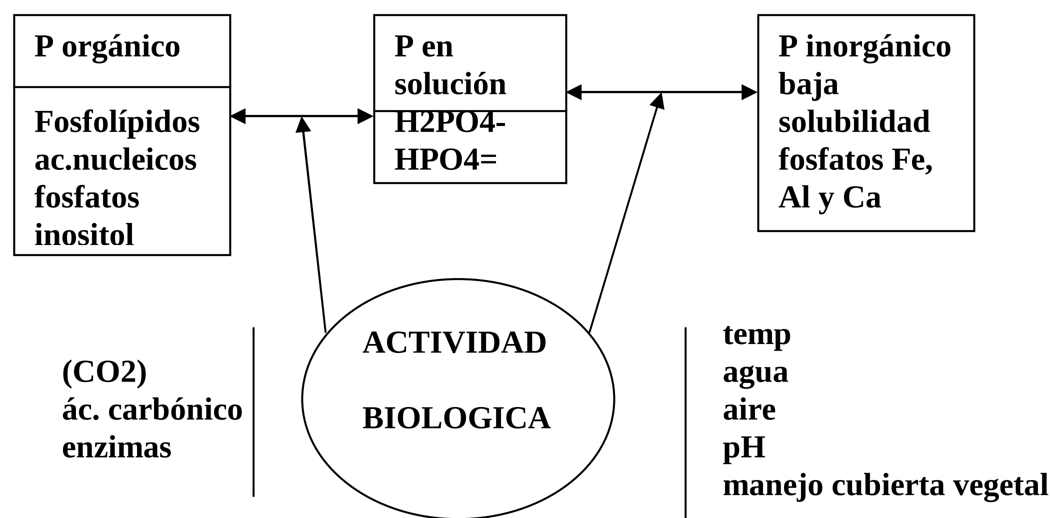
El uso de compuestos orgánicos con elevada capacidad de almacenamiento de nutrientes y lenta mineralización es una opción cuando se desea la maximización del uso de recursos internos de la propiedad, sumada a la minimización de pérdidas de nutrientes.

2. FOSFORO (SIMPSON, 1991; Ma. J. GUAZZELLI; A. BRACAGIOLI, 1993)

El P en contraposición a los iones potasio y nitrato que son extraordinariamente móviles, los iones fosfatos se encuentran en muy baja concentración en la solución del suelo. En el suelo sólo se desplazan muy lentamente, de forma que las raíces de las plantas deben ir en busca del fósforo del suelo y de aquí que la capacidad de las distintas especies de cultivos para desarrollar un amplio y bien ramificado sistema radicular al principio del cultivo, sea un factor importante.

Existen otros factoes que influyen en la capacidad de un determinado cultivo de extraer fósforo del suelo. En las épocas del año en las que la temperatura del suelo es elevada y en el mismo existe la suficiente cantidad de agua, se mineraliza una gran cantidad de fósforo unido a compuestos orgánicos, transformándose en formas asimilables. La adecuada estructura del suelo y la cantidad de agua existente, facilitan la penetración de las raíces y favorecen la absorción de fósforo.

Los productos de descomposición orgánica desempeñan un rol importante en la disponibilidad de P inorgánico. En un enfoque agroecológico del suelo se concibe como una entidad dinámica en perpetua metamorfosis. La dinámica del P ha sido estudiada principalmente en su dinámica química. con poco énfases a los procesos biológicos y microbiológicos. Las alternativas de manejo de suelo que procuran utilizar la capacidad natural de solubilización de los fosfatos vía manejo de cobertura vegetal y de microorganismos, poseen un caracter estratégico. El P es un macronutriente clave en la producción agrícola, además de ser un recurso natural no renovable, relativamente escaso, a pesar de poder ser reciclable.



La asociación raíz-hongo (**MICORRIZAS)** facilita la absorción de P por parte de la planta por la mayor superficie de absorción, y por la solubilización de nutrientes en la rizosfera, por la microflora asociada.

Gran parte del P del suelo se encuentra en la forma inorgánica, como fosfatos de Al y Fe, suelos ácidos, y de Ca en los neutros o alcalinos. A través de diferentes reacciones, grupos de bacterias, hongos y actinomicetes tienen la capacidad de solubilizar estos fosfatos. Ciertos microorganismos heterotrófícos mineralizan el P, produciendo enzimas del tipo de fosfatasas y fitasas, que atacan ésteres fosfatados y fosfato de inositol, liberando PO4-3 para la solución, siendo éste un proceso influenciado por condiciones ambientales, de disponibilidad de materia orgánica y por la mineralogía del suelo. En el caso de adición de materia orgánica, puede ocurrir la descomposición de las fracciones húmicas y liberación de P. Por ejemplo, algunas bacterias, principalmente del género Pseudomonas producen ácidos hidroxámicos, que exhiben elevada afinidad química por Fe, secuestrando este elemento del fosfato y dejando el P libre, mecanismo de elevado potencial en suelos tropicales. En Chile, trabajos de evaluación de cantidad de P disponible en una misma muestra de suelo de origen volcánica. presentaron valores absolutamente diversos según el extractor:

- 3,3 microgramos de P/g de suelo seco, cuando se usó el método de Bray y Kurtz;

- 708 microgramos de P/g de suelo seco, cuando fue por proceso microbiológico (Schalcha, B. y Bentjerodt, 1968) (Subba-rao, N.S. Phosphate sollubilization by soil microorganisms. IN: Subbarao, N.S. Advances in agriculture microbiology, London, Butterworth Sci. 1982. Apud, Siqueira y Franco, ESAL 1988).

Diferentes plantas tienen capacidad diversa de extracción del P del suelo, relacionada a la acidez de las secreciones radiculares y a la microflora a ella asociadas.

La acción directa de los hongos (**micorrizas**) en la absorción de nutrientes y los efectos indirectos sobre la mineralización/solubilización de nutrientes de la rizosfera son los más evidentes y consistentes.

El uso de abonos orgánicos, en sus más diversas formas, con el consecuente estímulo a la actividad microbiana es capaz de movilizar la reserva natural del P del suelo, que no aparece en los análisis de laboratorio, de forma adecuada para satisfacer las necesidades de las plantas.

4. Recuperación de la materia orgánica del suelo

4.1. ABONOS VERDES

Los abonos verdes son cultivos en rotación, sucesión o consociados, incorporados al suelo o dejados en superficie. Los abonos verdes son cultivos de vegetación rápida, que se cortan y entierran en el mismo lugar donde han sido sembrados. Están destinados a mejorar las propiedades físicas del suelo, a enriquecerlo de humus joven de evolución rápida, ricos en carbono, y otros nutrientes nitrógeno y en sustancias fisiológicamente activas, así como a activar la población microbiana del suelo.

4.1.1. Funciones de los abonos verdes:

a. cobertura y protección del suelo

- evitar erosión por lluvia
- competir con malezas (supresión o alelopatía)
- mantener la humedad del suelo
- atenuar las variaciones de temperatura

b. mantenimiento y mejora de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo

- promover movilización y reciclaje de nutrientes (solubilización del P)
- incorporar N atmosférico
- incrementar la vida del suelo
- mejorar la agregación del suelo, la infiltración
- reducir incidencia de enfermedades del suelo (efecto nematicidas)
- mantener y elevar los tenores de materia orgánica
- disminuir la lixiviación de nutrientes: NO3
- realizar el laboreo biológico; estructuración por raíces
- introducir microvida en profundidad

4.1.2. Especies para abono verde:

Cualquier material verde puede ser considerado abono verde. La elección de la especie adecuada va a depender del esquema de rotaciones de cultivos elegido. Pero se pueden utilizar para la siembra un número enorme de especies vegetales, las dos familias de plantas más utilizadas como abono verde son las leguminosas y las gramíneas.

GRAMÍNEAS: alta producción de masa vegetal
gran desarrollo radicular, profundo
desarrollo rápido
material rico en fibra (C/N)
semilla barata
más resistentes al frío

LEGUMINOSAS: aporte N (fijación simbiótica)
C/N más equilibrada
descomposición más rápida

Especies	**Ciclo**	**kg semilla / há**
avena blanca	ot - in	150 - 200
avena negra	ot - in	80 - 100
centeno	ot - in	80 - 100
cebada	ot - in	100
trigo	ot - in	100
maíz	pr - ve	30
moha	pr - ve	
girasol	pr - ve	50
pasto italiano	pr - ve	
vicia	ot - in	40
lotus	ot - in	40
trébol rojo	ot - in	30
lupino	ot - in	70
crotolaria	pr - ve	55
mucuna	pr - ve	60
guandú	pr - ve	20
chícharo		
caupi	pr - ve	

4.1.3. Manejo del abono verde

Estas especies plantadas para abono verde se usan con mayor cantidad de semilla por hectárea (20-50 % más) que para cosecha comercial. El momento de incorporación del abono puede variar entre floración, inicio formación grano, grano lechoso, variando por tanto el contenido de fibra del material a incorporar. Cuanto más maduro el material, la relación C/N es más alta, mayor efecto en las propiedades físicas del suelo, cuanto

más tierno el material, más joven, menor es la relación C/N, mayor disponibilidad de nutrientes (nitrógeno) en el corto plazo, menor efecto en la parte física.

Previo a la incorporación conviene hacer un picado del material en superficie, con pastera, chirquera o chopper, dejándolo en un tamaño ideal de 10 cm de largo de fibra. Esta operación facilita la descomposición posterior del material, acortando el período para la preparación de la siembra del cultivo comercial.

Luego de picado el material, se deja en superficie unos días para su marchitamiento, y luego se procede a su incorporación en los primeros centímetros de suelo para facilitar el ataque por parte de la biología y microbiología del suelo. Si se realiza un enterrado muy profundo, con una arada, el material se va a descomponer muy lentamente por la disminución de la acción biológica.

Tabla ... Distancia entre hileras, densidad de siembra, ciclo y rendimiento de semilla probable de algunas especies de abonos verdes.

ESPECIE	DISTANCIA ENTRE HILERAS (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	CICLO (días)	RENDIMIENTO (kg/ha)
avena negra	20-50	30-40	140-180	500-1900
centeno	20-30	50-60	140-170	800-1500
vicia peluda	40-50	25-30	200-240	600-1000
vicia común	40-50	25-40	180-210	500-1200
arveja forrajera	35-45	40-45	140-160	1300-2000
chícharo	40-100	20-60	130-180	500-1200
nabo forrajero	35-50	6-12	150-200	300-800
lupino blanco	40-60	25-70	160-180	1000-2200
lupino azul	40-60	25-50	160-180	1000-2200
lupino amarillo	40-60	25-50	180-200	1000-2000
milheto	80-100	5-8	120-150	800-1200
caupí	40-60	45-60	140-150	600-2000
girasol	40-60	15-20	90-150	1750-3500
crotalaria juncea	40-50	20-30	160-240	600-1300
mucuna ceniza	80-100	15-35	210-240	1000-1500
frijol de cerdo	60-100	60-100	140-200	800-1200
poroto mungo	40-60	15-20	90-120	700-2200
guandú enano	60-70	14-18	150-180	1000-2000

Tabla ...: Producción de materia verde (M.V.), materia seca (M.S.) y contenido de nitrógeno, fósforo y potasio (% de la M.S.) de algunas especies.*

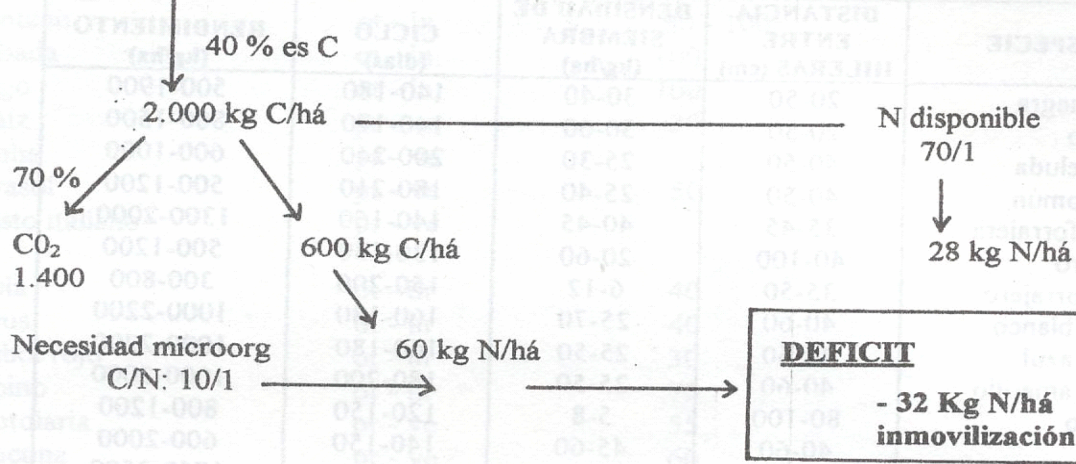
ESPECIES	M.V. (t/ha)	M.S. (t/ha)	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
avena negra	15 - 40	2 - 11	0.70 - 1.68	0.14 - 0.42	1.08 - 3.08
centeno	30 - 35	4 - 8	0.58 - 0.66	0.16 - 0.29	0.75 - 1.45
vicia peluda	20 - 37	3 - 5	2.51 - 4.36	0.25 - 0.41	2.41 - 4.26
vicia común	20 - 30	3 - 5	2.74 - 3.47	0.27 - 0.38	2.33 - 2.56
arveja forrajera	15 - 40	2.5 - 7	1.77 - 3.36	0.14 - 0.41	0.67 - 3.31
nabo forrajero	20 - 65	3 - 9	0.92 - 1.37	0.18 - 0.33	2.02 - 2.65
lupino blanco	30 - 40	3.5 - 5	1.22 - 1.97	0.25 - 0.29	1.00 - 1.77
lupino azul	25 - 40	3 - 6	0.85 - 2.15	0.12 - 0.29	1.36 - 1.49
avena/vicia	15 - 50	2 - 10.5	0.93 - 1.39	0.15 - 0.16	1.23 - 1.47
milheto	11 - 90	3.5 - 21	0.34 - 1.46	0.13 - 0.29	1.05 - 3.12
caupí	20 - 33	2.5 - 5.7	1.67 - 2.22	0.25 - 0.50	1.82 - 2.77
girasol	20 - 46	4 - 8	1.08	0.21	2.64
crotalaria juncea	15 - 35	2.5 - 8.5	1.42 - 1.65	0.19 - 0.21	0.96 - 1.38
mucuna ceniza	10 - 25	2 - 5	1.56 - 2.43	0.46 - 0.57	1.00 - 1.55
guandú enano	10 - 22	2 - 6.5	1.02 - 2.04	0.21 - 0.28	0.92 - 1.47
milheto/caupí	19 - 40	3.5 - 10	0.61 - 0.82	0.13 - 0.17	1.08 - 1.12

* Los valores de fitomasa y concentración de nutrientes varían de acuerdo a las condiciones de crecimiento (suelo y clima). Los resultados analíticos fueron elaborados en la DSA-MGAP (Dirección de Suelos y Aguas del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Montevideo).

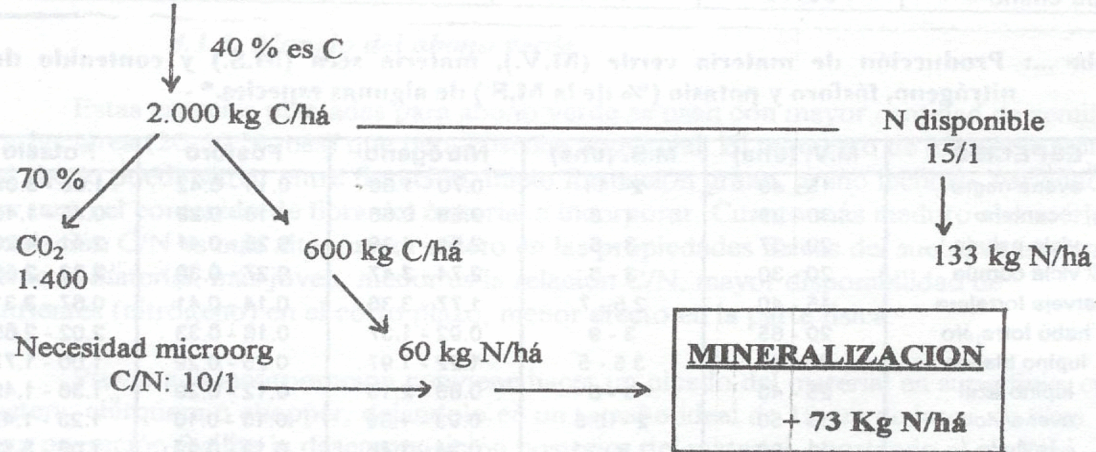
Fuente: Adaptado de Peñalva, 1995.

APORTES DE ABONOS VERDES. BALANCE DE NITROGENO

GRAMINEAS



LEGUMINOSAS



4.2. ESTIERCOLES

Los estiércoles puros o en mezcla de cama con deyecciones constituyen abonos orgánicos naturales, con aporte de nutrientes (N, P, K, Ca, etc), hormonas, vitaminas, antibióticos y una gran población microbiana.

La composición es variable, dependiendo de la especie, edad, alimentación, naturaleza de la cama, manejo del estiércol.

La técnica del compostaje sería una práctica adecuada para estabilizar el estiércol, para disminuir las pérdidas de nutrientes.

En caso de incorporarlo fresco al suelo, debería hacerse 4 a 5 meses antes de la siembra de cualquier cultivo, en los 10 -15 cm de profundidad.

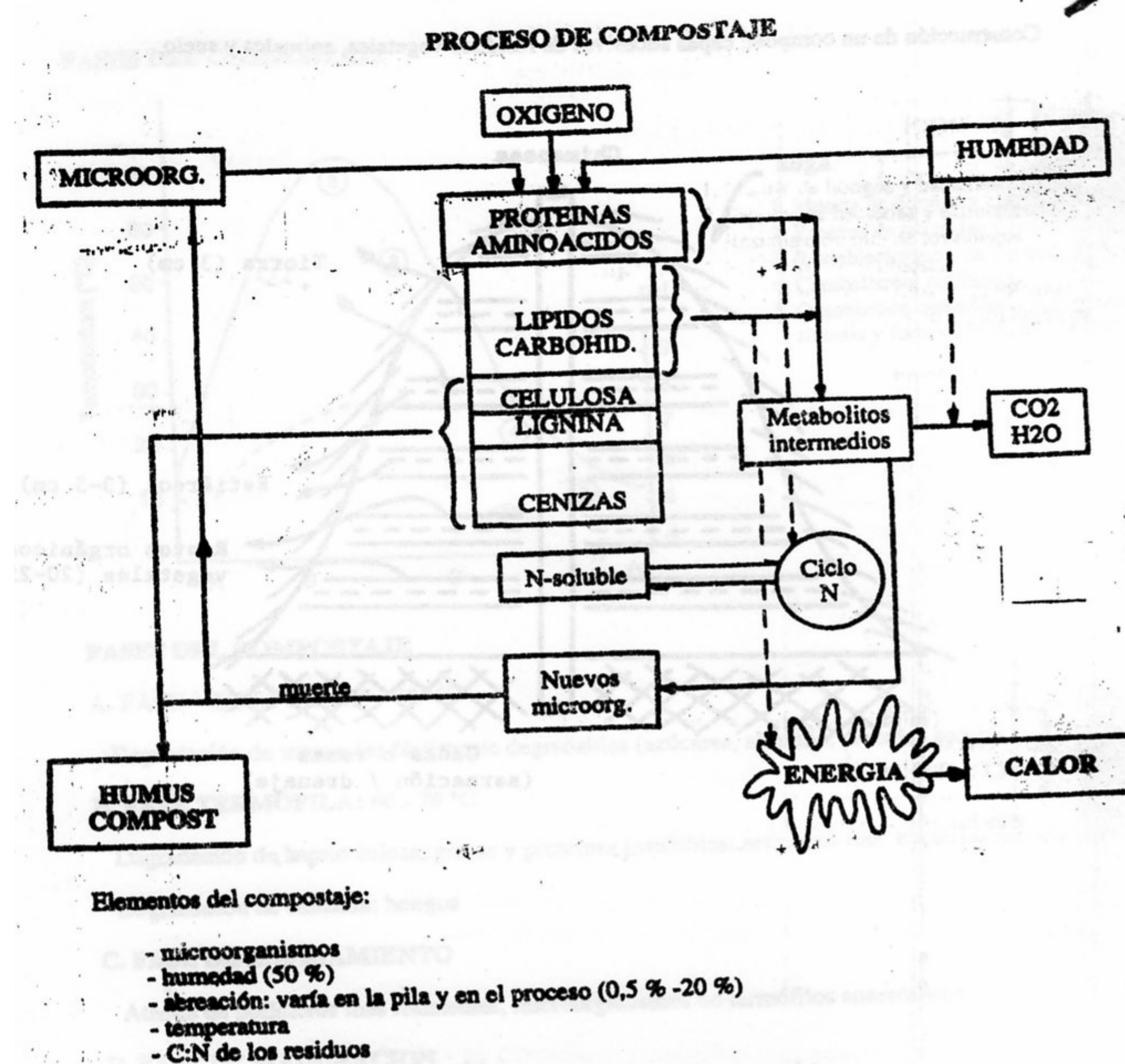
Las dosis manejadas como referencia son:
suelos arenosos: 15 - 25 tt/há MF
suelos francos: 25 - 35 tt/há
suelos arcillosos: 30 - 40 tt/há

En promedio se puede hablar que el estiércol tiene un 70 % de MS, y 1,5 a 2,5 % N, dependiendo del tipo de estiércol. Se supone que el 50 % del estiércol se mineraliza el primer año, 25 % el segundo año y 10 % el tercero.

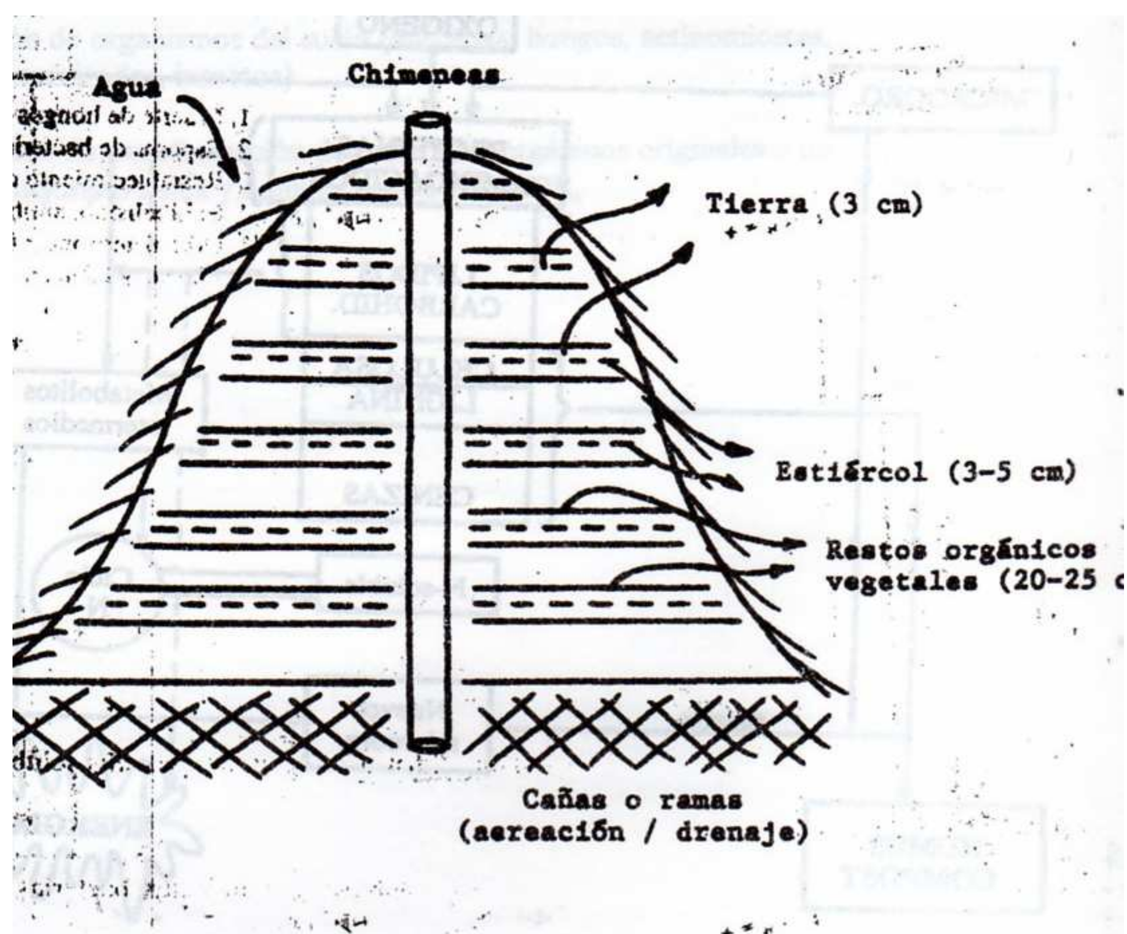
4.3. COMPOSTS

El compost es un abono orgánico, resultado de un proceso controlado de descomposición bioquímica aeróbica, de materiales orgánicos, como consecuencia de un compleja interacción de organismos del suelo (bacterias, hongos, actinomicetes, lombrices, ácaros, nemátodes, insectos).

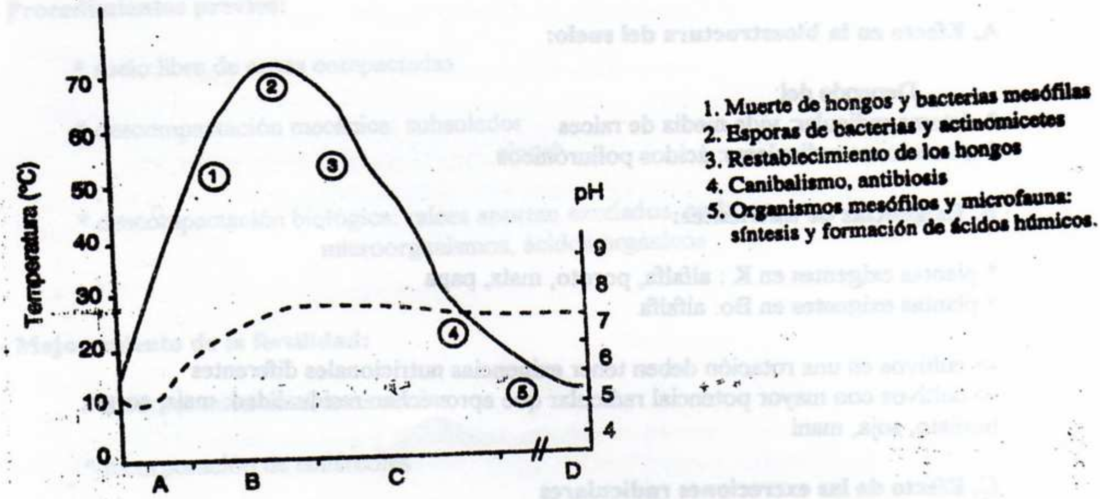
Es un proceso de transformación de materiales orgánicos originales a un producto estable, mejorado física y químicamente: **HUMUS.**



Construcción de un compost: capas sucesivas de residuos vegetales, animales y suelo



FASES DEL COMPOSTAJE



FASES DEL COMPOSTAJE

A. FASE MESOFILA: 25 - 40 °C

Degradación de sustancias fácilmente degradables (azúcares, almidón, proteína solubles)

B. FASE TERMOFILA: 60 - 70 °C

Degradación de hemicelulosa, grasas y proteínas insolubles: actinomicetes bacterias esporuladas

Degradación de celulosa: hongos

C. FASE DE ENFRIAMIENTO

Ataque de polímeros más resistentes, microorganismos no termófilos anaeróbicos

D. FASE DE MADURACION

Reacciones de polimerización y condensación de la materia orgánica; síntesis de sustancias húmicas.

Compost inmaduro compost semidescompuesto compost descompuesto compost maduro	- identidad de restos - fracción líquida - C:N (10-20:1) - pérdida peso original (75 %)

5. Principios de la rotacion de cultivos

(Primavesi)

A. Efecto en la bioestructura del suelo:

Depende del:
* sistema radicular: vida media de raíces
* excreciones radiculares: ácidos poliurónicos

B. Exigencias de nutrientes:

* plantas exigentes en K : alfalfa, poroto, maíz, papa
* plantas exigentes en Bo: alfalfa

-> cultivos en una rotación deben tener exigencias nutricionales diferentes
-> cultivos con mayor potencial radicular que aprovechan residualidad: maíz, sorgo, boniato, soja, maní

C. Efecto de las excreciones radiculares

* autointolerancia: raíces con exigencias semejantes no se toleran mutuamente, ej: arveja, poroto no soportan el monocultivo

* persistencia de especies invasoras (malezas), por agotamiento unilateral de nutrientes, excreciones radiculares, bioestructura

D. Agotamiento del agua del suelo

* cultivos agotantes de agua del suelo: sorgo, girasol, alfalfa
* cultivos no agotantes del agua : cereales, leguminosas

E. Pestes y plagas creadas por los cultivos

* microflora en secreciones radiculares es alimento de otra microflora específica --> beneficio unilateral de una microflora provoca proliferación de otras hasta hacerlas parásitas

ROTACIÓN (según textura y % de materia orgánica)

2-3 años: enfermedades fungosas
3-5 años: nematodes
5-6 años: insectos

6. **<u>Sistemas de preparacion de suelos</u>**

- Procedimientos previos:

***** suelo libre de capas compactadas

***** descompactación mecánica: subsolador
cincel

***** descompactación biológica: raíces aportan exudados, carbono,
microorganismos, ácidos orgánicos

- Mejoramiento de la fertilidad:

***** incorporación de abonos verdes

***** incorporación de estiércoles

***** rotaciones

- Mantenimiento del suelo cubierto el mayor tiempo posible

- reducción de operaciones

7. Trabajos de recuperación de la fertilidad de suelos

7.1. EVOLUCION DE LA MATERIA ORGANICA Y DEL NITROGENO EN ROTACIONES CON PASTURAS, INIA - La Estanzuela.

Díaz Rossello, R. Rev INIA, Investigaciones agronómicas, Nº1, Tomo 1, dic 1992.

7.2. RESULTADOS DE TESIS EN ABONOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA. años 1992, 1993 y 1994.

Tesis de posgrado García de Souza. 1993
Tesis de grado Sganga-Barrera 1997
Tesis de grado Malán-Reyes 1997
Tesis de grado Aguirre-Fructos 1998

Resultados

Tesis; Garcia, M 1993

- Mayores potenciales productivos en vertisoles que en brunosoles, obteniendo rendimientos totales máximos de 50 y 30 toneladas de zanahoria/há, respectivamente.

- Con el agregado de estiércol (40 tt/há de estiércol de pollo con cama de cáscara de arroz) se aumentaron los potenciales productivos en ambos suelos, existe un efecto químico y físico del agregado de estiércol.

- Con la incorporación de estiércol no se observó respuesta significativa a la fertilización nitrogenada; la respuesta se independizó del agregado de urea.

- Cuando se incorporó abono verde (avena blanca 8.960 kg MS/há en vertisol, 7.298 kg MS/há en brunosol) y en el barbecho (sin ninguna aplicación de abono orgánico), se encontraron respuestas a la fertilización con urea, encontrándose para este ensayo y para este año que la fertilización óptima de nitrógeno en la avena incorporada y en el barbecho andaban entre 70 y 80 unidades de nitrógeno/há. En cambio cuando se agregó estiércol no hubo necesidad de agregar urea.

Tesis Malán, R y Reyes, C. 1997

Este ensayo se realizó en la Facultad de Agronomía en Sayago, brunosol subéutrico.

- Los mayores potenciales productivos se encontraron con la incorporación de una pradera de alfalfa de tres años.

- No se encontró efecto estadístico significativo al agregado de dosis de 40 y 80 unidades de nitrógeno por hectárea para los manejos de estiércol y alfalfa, indicando un aporte de nitrógeno de los materiales orgánicos que se evidencia en la no respuesta al agregado de urea. Para el caso del barbecho, se encontró respuesta significativa a las dosis de N, siendo en las parcelas de 80 unidades de N/há donde se obtuvieron mayores pesos de raíz.

- La fertilización nitrogenada provocó aumento de los descartes totales en todos los manejos.

Tesis. Barrera, R; Sganga, F. 1997

Este ensayo corresponde a un segundo año del ensayo de Facultad de Agronomía, Sayago.

- Este ensayo mostró mejores resultados en rendimiento comercial para el manejo convencional; en segundo lugar la parcela que provenía de la alfalfa; por último la parcela de estiércol mostró los mayores porcentajes de descarte por ramificado de raíces, vinculado a excesivo aporte de abono.

Este experimento se desarrolla en el campo universitario del Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía, en un brunosol subéutrico típico.

Tratamientos de suelo: abonos verdes de invierno (avena blanca, trigo), abonos verdes de verano (maíz y caupi), estiércol (cama de pollo), convencional (sin ningún aporte de abono orgánico), pradera (avena, lotus y trébol rojo).

- respuesta cultivos: potenciales productivos se incrementaron con el aporte de abonos orgánicos. Mejor respuesta al agregado de estiércol y a la avena con estiércol.

- respuesta en suelo: los valores de materia orgánica decayeron desde el comienzo del ensayo, pero la mayor pendiente se registró en las parcelas convencionales comparadas con las parcelas de avena y estiércol. Estos materiales amortiguaron la caída del valor de materia orgánica. A partir del año 97 los valores de materia orgánica comienzan a subir, con myor intensidad en las parcelas de estiércol y de abono verde de invierno.

- Hay un incremento importante de P soluble en todas las parcelas, respondiendo a la fertilización basal con superfosfato realizada para los cultivos y abonos verdes. En particular se observa un significativo incremento en las parcelas de estiércol

CONCLUSIONES PRELIMINARES:

- el volúmen de abonos orgánicos incorporados en cada ciclo de cultivos (año y medio) no es suficiente para mantener un nivel adecuado de materia orgánica. Es preciso aumentar el volumen incorporado en cada parcela , como abono verde o como estiércol.

- los cultivos trabajados en esta rotación, en particular la cebolla y la zanahoria son cultivos que cubren muy poco el suelo, permaneciendo el suelo desnudo durante la mayor parte del año. Se debería ajustar mejor el manejo de los cultivos para evitar la desagregación del suelo: maquinaria a utilizar, empleo de mulch orgánico, entrefila empastada, etc.

7.3. RESULTADOS PRELIMINARES DE ROTACIONES HORTÍCOLAS (sistema tipo Pantanoso, Canelones: cebolla, zanahoria y morrón-tomate) CON ABONOS ORGÁNICOS, ensayo FACULTAD - PRENADER, años 1994 a 1998.

Resúmenes de trabajo de investigación. CRS. Facultad de Agronomía. 1995 y 1997
Presentación de trabajo en jornadas año 1999 y 2000

7.4. PROYECTO DE EXPERIMENTACION-EXTENSION EN AGRICULTURA ECOLÓGICA Y MANEJO ALTERNATIVO DE PLAGAS. CONVENIO FACULTAD DE AGRONOMIA - REDES/AT. 1994-1997.

Resúmenes de trabajo de investigación. CRS. Facultad de Agronomía. 1995 y 1997

7.5 Trabajo de Alfredo Silva (1990) en tomate

7.6. Tesis de grado de Campelo (1981)

7.7. INIA Las Brujas: Docampo y Quintana (1994)

8. BIBLIOGRAFIA

- KONONOVA, M.M. 1982. Materia orgánica del suelo: su naturaleza, propiedades y métodos de investigación. Barcelona, OIKOS- Tau. 365 p.

- FRIONI, L. 1990. Ecología microbiana del suelo. Montevideo. Uruguay. Dpto. Publicaciones Universidad de la República. 579 p.

- CALEGARI, A; PEÑALVA, M. 1994. Abonos verdes: importancia agroecológica y potencial de uso en el Uruguay, MGAP. JUNAGRA/GTZ.151 p.

- SIQUEIRA, J.O.1993. Biología do solo. ESAL (Escola Superior de Agricultura de Lavras) FAEPE (Fundaçao de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensao) Lavras, Brasil.

- PRIMAVESI, A. 1984. Manejo ecológico del suelo. La agricultura en regiones tropicales.Ed. El Ateneo.

- DE LEON, L. 1996. Suelo como sistema. Charla en el Curso de Educación Permanente “Agricultura Ecológica”, Facultad de Agronomía, Universidad de la República.

- LABRADOR, J.; GUIVERTEAU, A; LOPEZ, L.; REYES, J.L. 1993. La materia orgánica en los sistemas agrícolas. Manejo y utilización. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. Hojas divulgadoras. Núm. 3/93.

- SIMPSON, K. 1991. Abonos y Estiércoles.

- GARCÍA DE SOUZA, M. 1993. Manejo de adubaçao orgânica e doses de nitrogênio na cultura de cenoura (Daucus carota L.) em solos da zona sul do Uruguai. Tesis de Maestría, Ciências do Solo. Universidad Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil.

- MALÁN, R.; REYES, C. 1997. Efecto de diferentes manejos de suelo en rendimiento de un cultivo de zanahoria (Daucus carota) en las propiedades químicas del suelo (año 1). Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay.

- BARRERA, R.; SGANGA, F. 1997. Efecto de diferentes manejos de suelo en rendimiento de un cultivo de zanahoria (Daucus carota) en las propiedades físicas y químicas del suelo (año 2). Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay.

- MORÓN, A. 1994. La materia orgánica del suelo en los sistemas productivos. IN: Manejo y Fertilidad de suelos. INIA-La Estanzuela. Montevideo. Serie Técnica Nº 42. pp 5-10.

- MORÓN, A. 1996. Dinámica de la materia orgánica en los sistemas productivos agropecuarios. IN: Curso de Actualización en fertilidad de suelos. Montevideo, Universidad de la República Oriental del Uruguay, 13: 87-93.

- FERNANDEZ DA SILVA, V. 1992. Vermicompostagem utilizando esterco e palha enriquecida com N e P: processo de produçao e avaliaçao para a cultura da cenoura

(Daucus carota L.). Tesis de Postgrado em Agronomía. Instituto de Agronomía. Universidad Federal Rural do Rio de Janeiro. Brasil. 125 p.
- BRACAGIOLI, A.; GUAZZELLI, M.J. 1993. Dinámica do P em sistemas ecológicos. mimeog.

- DIAZ ROSSELLO, R. Evolución del nitrógeno total en rotaciones con pasturas. Rev. INIA Inv. Agr. Nº1. Tomo 1, 27 - 35, diciembre 1992.

- DIAZ ROSSELLO, R. Evolución de la materia orgánica en rotaciones de cultivos con pasturas. Rev. INIA Inv. Agr. Nº1. Tomo 1, 103 - 110, diciembre 1992.

- AGUIRRE, S.; FRUCTOS, M. 1998. Uso de abonos orgánicos para la producción de cebolla dulce en Salto. Tesis Facultad de Agronomía.